

연안 및 다양한 안전시설 설계기준에 대한 고찰

강호기*, 박중섭*, 김대규*, 윤기용**
*상명대학교 건설시스템공학과
**선문대학교 토목공학과
e-mail:jonpark@smu.ac.kr

A Study on Standard Specifications for Coastal Safety Facilities

Hyo-Gi Kang*, Jong-Sub Park*, Dae-Kyu Kim*, Ki-Yong Yoon**
*Dept of Civil Engineering, Sangmyung University
**Dept of Civil Engineering, Sunmoon University

요 약

본 연구는 서해안 특성에 적합한 연안역 안전시설 설계기준을 마련을 위해 국내·외 도로, 해안, 항만 구조물의 안전시설기준을 비교, 분석, 정리하였다. 검토된 설계기준은 항만시설물의 안전시설 설계지침, 항만 및 어항설계기준, 조경 설계기준, 도로부대시설, 도로교 설계기준, 미국 FHWA DSTA, 그리고 미국 FHWA PFG를 검토하였다. 검토결과 국내의 연안역 안전시설 설계기준 및 적용이 미흡한 상황에 있으며 설계외력산정 및 평가에 적절한 보정계수 및 관련 상세설계기준 마련이 시급한 것으로 판단된다.

1. 서론

2007년 12월 충청남도 태안군에서 기름유출사고가 발생하였다. 이 사건으로 서해바다 복구와 서해의 생태계를 우려한 사람들의 관심이 집중되면서 관광객 및 자원봉사자, 유출처리 전문가, 변호사, 공무원 등 많은 사람들이 서해안을 방문하고 있다. 충청남도에 따르면 2008년에 충청남도를 찾은 관광객은 2/4분기에 1,500만명, 2009년에는 36.3%가 증가한 2,100만명이 방문하였다. 이처럼 많은 사람들이 서해안을 방문하면서 연안역 안전시설 미흡으로 인한 안전사고가 빈번히 발생, 증가하는 것으로 보고되고 있다. 그림 1 과 2는 방파제와 선착장에 이용객들을 위한 안전시설이 설치되지 않았거나 부족한 모습을 나타내고 있다. 그림 3은 해안가 차량 안전시설 부족으로 인한 바다 추락사고 모습을 나타내고 있으며, 그림 4는 2008년 5월 보령에서 발생한 이상파랑으로 죽도방파제 부근에서 발생한 관광객 사망사고 연안을 보여주고 있다.



[그림 2] 선착장 안전시설 부족



[그림 3] 방파제 및 해안가 차량추락사고



[그림 1] 방파제 안전시설 부족



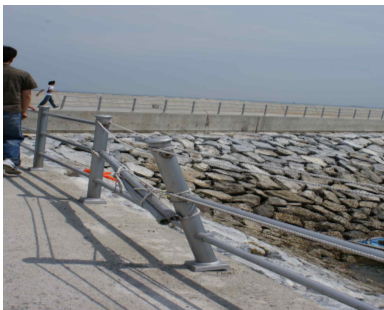
[그림 4] 보령 이상파랑 사망사고 지역

2009년 국토해양부는 항만시설물의 안전시설 설계지침^[1]을 개정, 발간하여 방파제 및 항만시설물에서 추락, 사망하는 인명피해 및 사고 예방을 위한 시설을 설치하도록 규정하고 있다. 그러나 연안 안전시설에 대한 상세설계기준 및 시공에 대해서는 자세히 다루고 있지 않다.

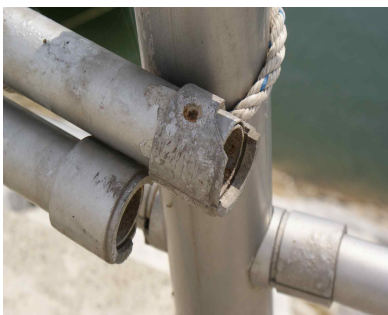
본 연구는 서해안 특성에 적합한 연안역 안전시설 설계기준을 마련을 위해 국내·외 도로, 해안, 항만구조물의 안전시설기준을 비교, 분석, 정리하였다.

2. 서해안 안전시설 실태 조사

서해 연안 안전시설 실태조사를 위하여 2009년 7월부터 8월까지 2개월에 걸쳐 충남 당진군 한진포구에서 충남 서천군 장항항까지 조사를 실시하였다. 그림 5는 성구미 방파제 위에 설치된 난간안전시설을 나타내고 있으며 작용외력에 대한 적정설계가 이루어지지 않아 파손된 모습을 보이고 있다. 그림 6과 7은 파손된 난간의 연결부, 바닥 고정단의 파손상세사진이다. 그림 8은 방파제 내해쪽의 선박 정착부로 선원이나 이용객을 위한 안전난간시설이 설치되지 않은 모습과 높이가 부족한 차막이 시설을 보이고 있다.



[그림 5] 난간 안전시설 파손(성구미)



[그림 6] 난간 연결부 파손(성구미)



[그림 7]난간 고정부 파손(성구미)



[그림 8] 난간 및 차량막 안전시설 부족(학암포)

3. 국내·외 안전시설 설계기준 분석

서해 연안역 특성에 적합한 안전시설 설계기준 마련을 위하여 항만시설물의 안전시설 설계지침^[1],항만 및 어항설계기준^[2], 조경 설계기준^[3], 도로부대시설^[4], 도로교 설계기준^[5], 미국 FHWA DSTA(Designing Sidewalks and Trails for Access)^[6], 그리고 미국 FHWA PFG(Pedestrian Facilities Guidebook)^[7]을 검토하였다.

3.1 난간

해안 및 연안의 이용객을 위한 안전사고 예방시설로서 가장 큰 비중을 차지하는 난간에 대하여 조사, 비교 및 분석을 하였다. 표 1은 조사된 내용 중 난간의 규격 및 검토 설계력을 나타내고 있다.

[표 1] 난간 안전시설 설계기준 비교

설계기준	높이 (mm)	내부 간격 (mm)	검토 설계 외력
항만시설물의 안전시설 설계지침	사람: 1100 이상 자전거:1200 이상	200 ~ 300	파력 균중하중
항만 및 어항설계기준	1100 이상		
조경 설계기준	1100 이상	100 이하	
도로부대 시설	1100 이상	150 이하	

도로교 설계기준	사람	1100 이상	유아가 빠지지 않을 정도의 간격	수평력 2.5kN/m 수직력 1.0kN/m
	차량	650 이상	레일 : 매끈하며 연속적인것	단모멘트
FHWA DSTA	최소 1100 (43 inch)			
FHWA PFG	860~960 (34 to 38inch)		100	

조사된 대부분의 설계규정은 성인을 기준으로 하는 경우 난간의 높이를 모두 1100mm이상으로 규정하고 있다. 즉 난간의 높이 결정기준은 성인의 표준키를 기준으로 성인의 허리높이를 고려하여 결정한 것이다. 난간 내부간격은 각 설계규정마다 조금씩 차이를 보이고 있다. 이 기준은 안전시설의 이용자에 따라서 달리 적용되고 있다.

항만시설물의 안전시설 설계지침[1]을 따라 난간을 설계하는 경우 고려되는 설계외력으로는 파력과 사람 및 균중하중이 있다. 파력은 파도에 의한 압력을 의미하며, 균중하중은 밀집된 사람하중을 의미한다. 파력에 대해 자세히 언급하면 다음 식과 같다.

$$F = C_D \frac{\omega_0}{2g} A U_{max}^2 \quad (1)$$

여기서 F =단위폭 당 율파력(kN/m), ω_0 =해수의 단위중량(10.3kN/m³), A =단위폭당 구조물의 수평투영면적(m²/m), g =중력가속도(m/s²), U_{max} = 손잡이 위치 발생 최대 유속(m/s) 그리고 C_D =항력계수이다. 설계에 사용되는 항력계수는 물체 단면형상에 많은 영향을 받으며 항력계수는 다음표와 같다.

[표 2] 물체형상별 항력계수[1]

물체의 형태	기준 면적	항력계수 (C_D)
원주	DL	1.0 ($L > D$)
각주	BL	2.0 ($L > B$)
원판	$\frac{\pi}{4} D^2$	1.2
평판	ab	$a/b = 1; 1.12$ $a/b = 10; 1.29$ $a/b = 2; 1.15$ $a/b = 18; 1.40$ $a/b = 4; 1.19$ $a/b = \infty; 2.01$
구	$\frac{\pi}{4} D^2$	0.5~0.2
입방체	D^2	1.3~1.6

* D=지름, L=높이, B=폭, a=평판폭,b=평판높이.

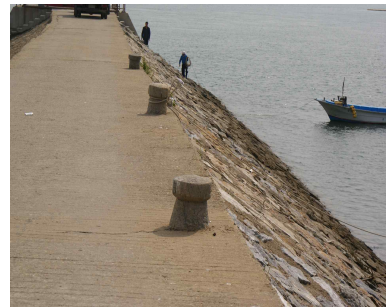
사람 및 균중하중은 시설의 종류 및 이용 상황에 따라 다르기 때문에 시설마다 이용형상을 결정하여 적절하게 설정하도록 하고 있다. 예를 들면 보도용 횡단방지시설은 수직방향으로 0.6kN/m, 추락방지시설은 수직방향으로 0.4kN/m에 저항할 수 있는 구조로 설계하여야 되며, 사람이 밀집할 가능성이 높은 장소에서는 방지시설의 측면으로 2.5kN/m의 하중이 작용시 안전하도록 설계하여야 한다.

3.2 차막이

국내 차막이 설계기준은 항만 및 어항설계기준[2]에 정의되어 있으며, 표 3은 상세 설계기준을 나타내고 있다. 항만시설에는 표 3과 같은 기준으로 설치가 되고 있으나 일반관광객이 많이 이용하는 연안역에는 그림 9와 같이 차막이 시설이 설치되지 않은 곳도 많이 조사되었다. 일반적으로 차막이 시설은 차량 충격에 충분히 저항하여야 하며, 저항을 위한 앵커의 깊이는 300mm이상으로 규정하고 있다.

[표 3] 차막이 설계기준[2]

크기	150×150mm	
설치위치	안벽선으로부터 30cm정도 내측	
설치간격	30~50cm	
길이	300~500cm	
높이	일반	15~20cm
	위험지역	20~30cm



[그림 9] 차량막 안전시설 미설치

3.3 구난시설

구난시설은 추락한 사람을 신속하게 구조할 수 있도록 하는 시설로서 구난시설에는 구명환, 사다리, 로프, 구명보트와 구명용 계단이 있다. 항만시설물의 안전시설 설계지침[1]에서는 구난시설의 설계기준을 표4와 같이 제시하고 있다.

[표 4] 구난시설 설계기준[1]

구난시설	규격 및 배치간격	
구명사다리	폭	450mm
	간격	300mm
	벽면에서의 거리	200mm
	배치간격	50m
구명계단	하단의 높이	200mm
	길이	300mm
	폭	700mm
	배치간격	50m
구명환	배치간격	20~30m
구명로프	지름	20~40mm

4. 결론

본 연구는 서해안 특성에 적합한 연안역 안전시설 설계기준을 마련을 위해 국내·외 도로, 해안, 항만구조물의 안전시설기준을 비교, 분석, 정리하였다. 검토 결과 국내의 연안역 안전시설 설계기준 및 적용이 미흡한 상황에 있으며 설계외력산정 및 평가에 적절한 보정계수 및 관련 상세설계기준 마련이 시급한 것으로 판단된다.

감사의글

본 연구는 국토해양부 지역기술혁신사업의 연구비 지원(09CRTI-B052117-01 #09지역기술혁신 B-01)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 항만시설물의 안전시설 설계지침, 해양수산부, 2009.1
- [2] 항만 및 어항 설계기준, 국토해양부, 2005
- [3] 도로교 설계기준, 한국도로교통협회, 2005
- [4] 도로부대시설, 한국도로교통협회, 1998
- [5] 조경 설계기준, 건설교통부, 2007
- [6] Designing Sidewalks and Trails for Access, FHWA, 1999
- [7] Pedestrian Facilities Guidebook, FHWA, 1997